



東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 収着分配係数取得試験の条件設定

2025年10月27日

日本原子力発電株式会社

1. 審査会合における指摘事項
2. 収着分配係数の設定方法
3. 審査会合(4／28)を受けての対応内容
4. PHREEQC計算の方針
5. PHREEQC計算ケース
6. PHREEQC計算結果(Co)
7. PHREEQC計算結果(Eu)
8. 対応方針まとめ
9. 今後の対応フロー

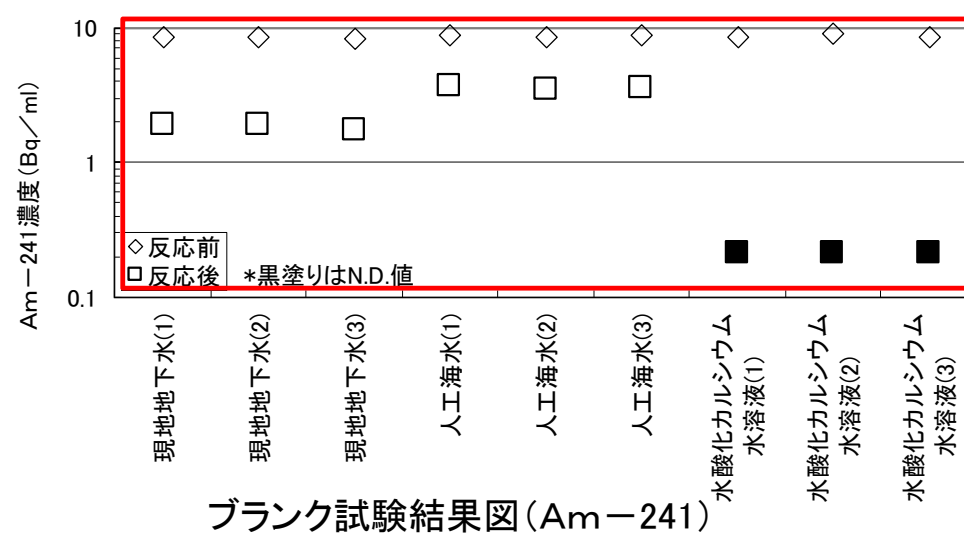
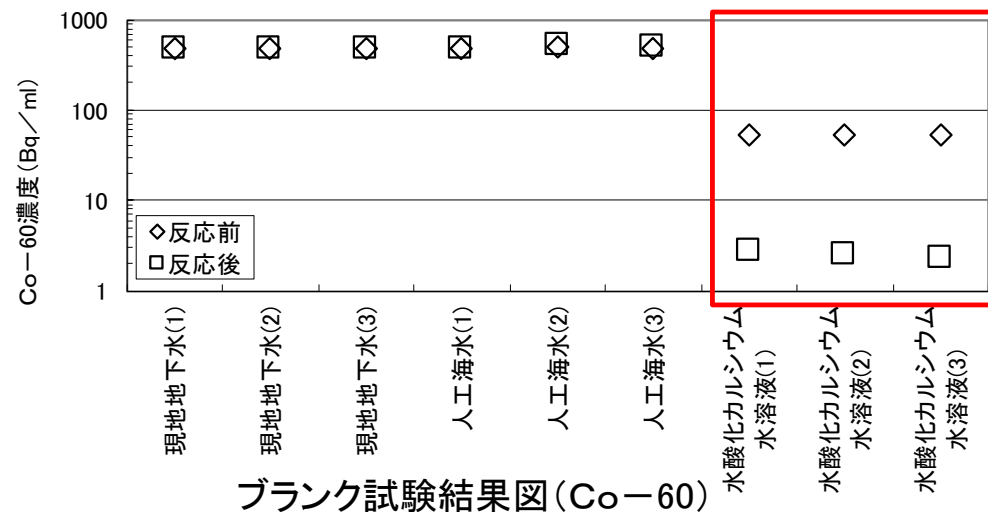
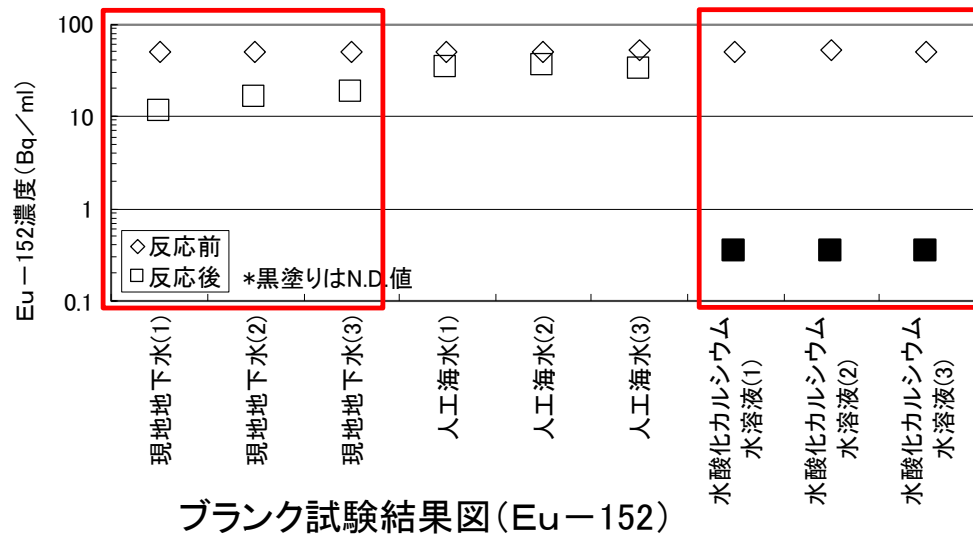
1. 審査会合における指摘事項(1／2)

審査日	指摘事項(要旨)
2024／10／28	<p>【管理番号34】</p> <p>原子力学会標準に従って収着分配係数(以下「K_d」という。)を取得していると思うが、原子力学会標準では$0.45\mu m$の空隙のフィルタの使用やコロイドの影響を確認する際は限外濾過している。一般的にフィルタや限外濾過する場合、フィルタの上に吸着することで、K_dが大きくなるため、非安全側となりリスクがあることから研究機関では使わない。研究では遠心分離や超遠心が増えているかもしれないため、実際の測定方法を確認すること。</p>
2025／4／28	<p>ブランク試験において、初期濃度のうち大部分は沈殿してしまったと考えられる。</p> <p>以下の核種、液相において、沈殿の生成が起きていて、分配係数は信頼性のある値ではないのではないかという懸念がある。</p> <p>Co: 水酸化カルシウム水溶液</p> <p>Eu: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液</p> <p>Am: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液, 人工海水</p> <p>試験をやり直すこと。ホット条件で試験を実施するのは無理と考えており、コールド条件で特にICP-MS(例としてAgilent8900)を用いた測定など、検出限界の低い分析で追加試験を検討すること。</p> <p>その上で、試験が難しい場合は文献値となり、文献値を精査した上で設定すること。</p>

1. 審査会合における指摘事項(2/2)

【ブランク試験結果】

- ✓ 本試験及びブランク試験の実施に際し、予察試験を行い、濃度低下が生じる場合は、添加する放射性水溶液の濃度を調整した。
- ✓ Co-60については水酸化カルシウム水溶液，Eu-152については現地地下水及び水酸化カルシウム水溶液，Am-241については全ての水溶液で、液相中の放射能濃度の低下が確認され、沈殿の可能性があった。(ブランク試験結果図参照)



2. 収着分配係数の設定方法(1／3) 設定フロー

①Kd取得試験結果

- 試験方法: バッチ試験(n=3)
- 固相条件: 廃棄物埋設地付近の帯水層土壌(du層)
- 液相条件: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液, 人工海水
- 核種: Co-60, Sr-85, Cs-137, Eu-152, Am-241

試験結果の幾何平均と算術平均の比較

- 値が小さくなる幾何平均値を採用

②最も可能性が高い自然事象シナリオのKdの設定

- 埋設地内土砂: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液の値を比較して小さい方を採用
- 通気層土壌: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液の値を比較して小さい方を採用
- 帯水層土壌: 現地地下水の値を採用

1桁目が1又は3になる方に保守的に丸め処理

③最も厳しい自然事象シナリオのKdの設定

- 埋設地内土砂: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液の値を比較して小さい方を採用
- 通気層土壌: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液, 人工海水※の値を比較して小さい方を採用
- 帯水層土壌: 現地地下水, 人工海水※の値を比較して小さい方を採用

採用値を10分の1倍処理

1桁目が1又は3になる方に保守的に丸め処理

※: 最も厳しい自然事象シナリオでは, 津波によって海水が廃棄物埋設地周辺に流入することで, 一時的に海水の影響を受ける可能性を踏まえ, 人工海水を利用した試験結果を考慮。

2. 収着分配係数の設定方法(2/3) 最も可能性が高い自然事象シナリオ

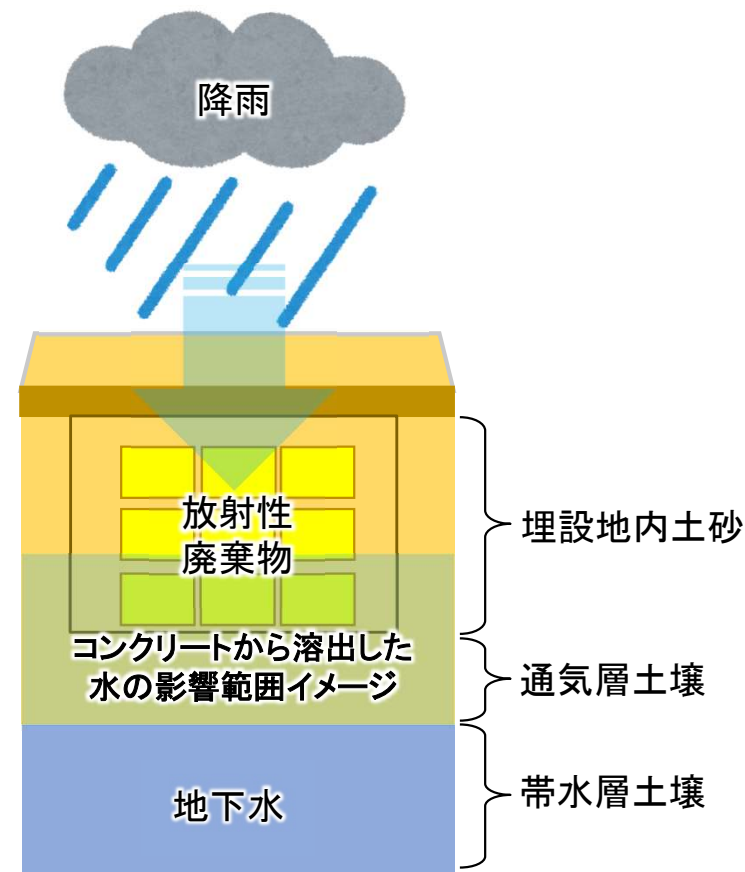
②最も可能性が高い自然事象シナリオのKdの設定

- 埋設地内土砂: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液の値を比較して小さい方を採用
- 通気層土壌: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液の値を比較して小さい方を採用
- 帯水層土壌: 現地地下水の値を採用

1桁目が1又は3になる方に保守的に丸め処理

最も可能性が高い自然事象シナリオのKd設定の考え方

対象	Kd設定の考え方
埋設地内土砂	現地地下水を使用した試験結果に加えて, 放射性廃棄物にはコンクリート類が含まれることから, 一部の領域は現地地下水よりもpHが高くなることを想定し, 水酸化カルシウム水溶液を使用した試験結果についても考慮して設定。
通気層土壌	現地地下水を使用した試験結果に加えて, 放射性廃棄物にはコンクリート類が含まれることから, 一部の領域は現地地下水よりもpHが高くなることを想定し, 水酸化カルシウム水溶液を使用した試験結果についても考慮して設定。
帯水層土壌	現地地下水を使用した試験結果から設定。放射性廃棄物にはコンクリート類が含まれるが, 浸透水が帯水層に到達すれば, 上流からの地下水によって十分に希釈されるため, pHの変動の可能性は極めて小さい。このため, 水酸化カルシウム溶液を使用した試験結果については考慮していない。



最も可能性が高い自然事象シナリオのイメージ

2. 収着分配係数の設定方法(3／3) 最も厳しい自然事象シナリオ

③最も厳しい自然事象シナリオのKd設定

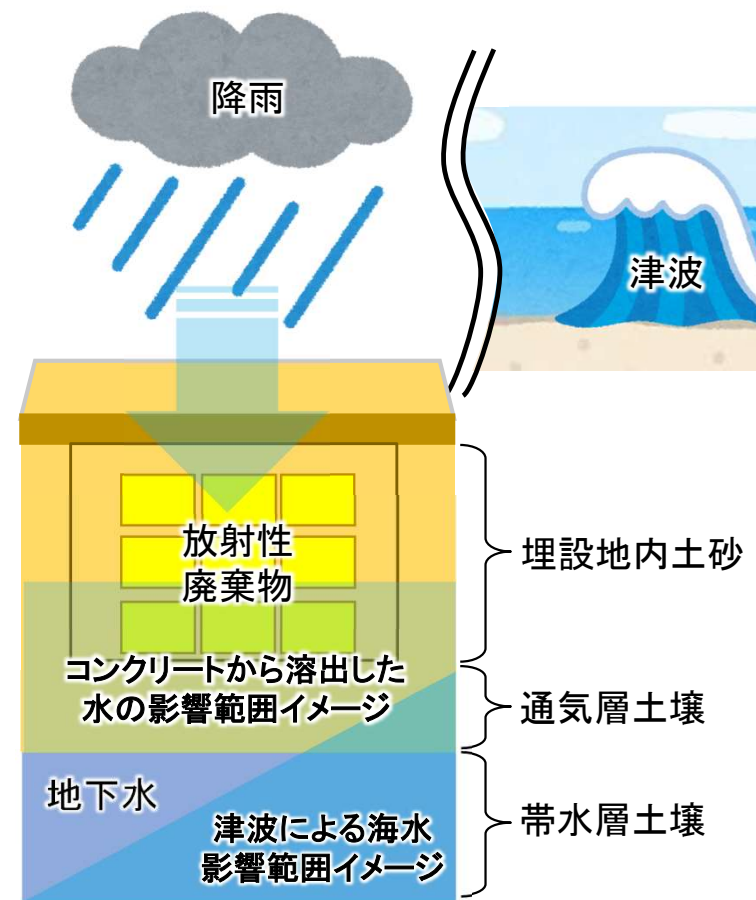
- 埋設地内土砂: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液の値を比較して小さい方を採用
- 通気層土壌: 現地地下水, 水酸化カルシウム水溶液, 人工海水の値を比較して小さい方を採用
- 帯水層土壌: 現地地下水, 人工海水の値を比較して小さい方を採用

採用値を10分の1倍処理

1桁目が1又は3になる方に保守的に丸め処理

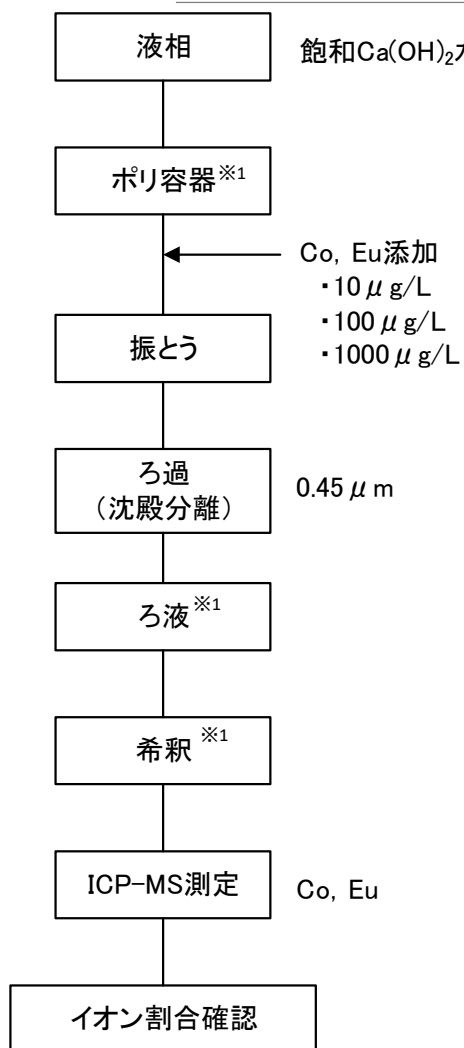
最も可能性が高い自然事象シナリオのKd設定の考え方

対象	Kd設定の考え方
埋設地内土砂	現地地下水を使用した試験結果に加えて, 放射性廃棄物にはコンクリート類が含まれることから, 一部の領域は現地地下水よりもpHが高くなることを想定し, 水酸化カルシウム水溶液を使用した試験結果についても考慮して設定。津波は廃棄物埋設地に到達しないため考慮しない。
通気層土壌	現地地下水を使用した試験結果に加えて, 放射性廃棄物にはコンクリート類が含まれることから, 一部の領域は現地地下水よりもpHが高くなることを想定し, 水酸化カルシウム水溶液を使用した試験結果についても考慮して設定。津波によって海水が廃棄物埋設地周辺に流入することで, 一時的に海水の影響を受ける可能性を踏まえ, 人工海水を利用した試験結果を考慮。
帯水層土壌	現地地下水を使用した試験結果から設定。津波によって海水が廃棄物埋設地周辺に流入することで, 一時的に海水の影響を受ける可能性を踏まえ, 人工海水を利用した試験結果を考慮。放射性廃棄物にはコンクリート類が含まれるが, 浸透水が帯水層に到達すれば, 上流からの地下水によって十分に希釈されるため, pHの変動の可能性は極めて小さい。このため, 水酸化カルシウム溶液を使用した試験結果については考慮しない。



最も厳しい自然事象シナリオのイメージ

3. 審査会合(4/28)を受けての対応内容



イオン確認試験フロー

【イオン確認試験(参考資料参照)】

ICP-MS Agilent8900を用いた非放射性(コールド)条件での収着分配係数取得試験の成立性を確認するため、Co及びEuのイオン単体が定量可能な濃度を確保するイオン確認試験を実施(左図参照)。

Co: 反応後のイオン濃度は、バックグラウンド相当まで低下。

Eu: 反応後のイオン濃度は、ICP-MSの定量下限値未満まで低下。

⇒ Co, Euを添加した定量可能な濃度を確保できなかった。



【今後の対応方針】

上記結果を受けて、以下の方針で対応。

- ✓ ICP-MSをオーバーホールして検出感度を最大化。
- ✓ 十分な試験数(n=3)を確保。
- ✓ Coについて、He, NH₃, O₂のいずれかを用いて同質量数干渉を排除した測定、条件での検証。
- ✓ PHREEQC※2計算による溶解度の評価及び測定の可能性を検討。

Kd取得試験におけるICP-MS Agilent8900の検出限界等を踏まえても、沈殿が発生しない濃度で添加できる条件を確認することで、試験の成立性を確認するため、PHREEQCを用いてCo及びEuの溶解度を計算を実施した。(次ページ以降にて詳細説明)

※1: 過去のKd取得試験の条件と整合をとって、ポリプロピレン製容器を用いている。今後のKd取得試験においては、学会標準の記載内容及び添加する核種の容器への吸着の可能性を考慮し、ポリプロピレン製容器又はテフロン製容器の使用を検討する。

※2: 水溶液中の化学種などの水系地球化学計算を実行するためのプログラム。

4. PHREEQC計算の方針

1. 実施可能な条件を確認した上で試験を行うために、PHREEQCで計算を行い、試験において結果が得られることの見通しを確認する。
2. PHREEQC計算では、両極端の条件として、「純水条件(炭酸を含まない状態)」及び「飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 条件(大気平衡で炭酸が溶けている状態)」の2種類を行う。
3. それぞれの計算における、pH、溶解度制限固相、溶液中のイオン種類を確認する。
4. 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ のような極端な条件ではICP-MSの測定が困難になる可能性があるため、現実的な液相条件を検討する。
5. 初期濃度の設定においては、ICP-MS Agilent8900の検出限界値(希釈率を含む)に加えて、想定する分配係数(固液比を含む)を考慮した上で、液相濃度が測定できる初期濃度を決定する。

5. PHREEQC計算ケース(1/2)

下記のとおり、PHREEQC計算ケースを整理する。

ケース1:炭酸が溶け込んでいない純水(雨水等が廃棄物層に浸透した中性での条件)

1. 水溶液は純水を設定
2. 炭酸の供給なし
3. 硝酸コバルト($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)※¹又は硝酸ユーロピウム($\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$)※¹を反応物として添加し、化合物が沈殿する溶解度を確認※²

ケース2:弱アルカリ性飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液(飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液が CO_2 平衡となり、pHが低下した条件)

1. 水溶液は純水を設定
2. 大気環境を想定し、二酸化炭素と酸素の平衡状態を設定
3. アルカリ性溶液を想定し、飽和濃度に達するまで $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を導入
4. 大気環境におけるpH低下を想定し、二酸化炭素及びカルサイトとの反応を設定
5. 硝酸コバルト($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)※¹又は硝酸ユーロピウム($\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$)※¹を反応物として添加し、化合物が沈殿する溶解度を確認※²

ケース3:強アルカリ性飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液(浸透水がコンクリート類と接触し、カルシウム成分が溶脱した直後の強アルカリ性の条件)

1. 水溶液は純水を設定
2. 大気環境を想定し、二酸化炭素と酸素の平衡状態を設定
3. アルカリ性溶液を想定し、飽和濃度に達するまで $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を導入
4. 硝酸コバルト($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)※¹又は硝酸ユーロピウム($\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$)※¹を反応物として添加し、化合物が沈殿する溶解度を確認※²
(ケース2の「4. 大気環境におけるpH低下を想定し、二酸化炭素及びカルサイトとの反応を設定」を除き、高pHを維持。)

- Euについては、上記に加えて、**現地地下水(ケース4)及び人工海水(ケース5)**におけるKd取得のための試験条件を整理する。
- Amについては、Euの結果を用いてKdを設定する。

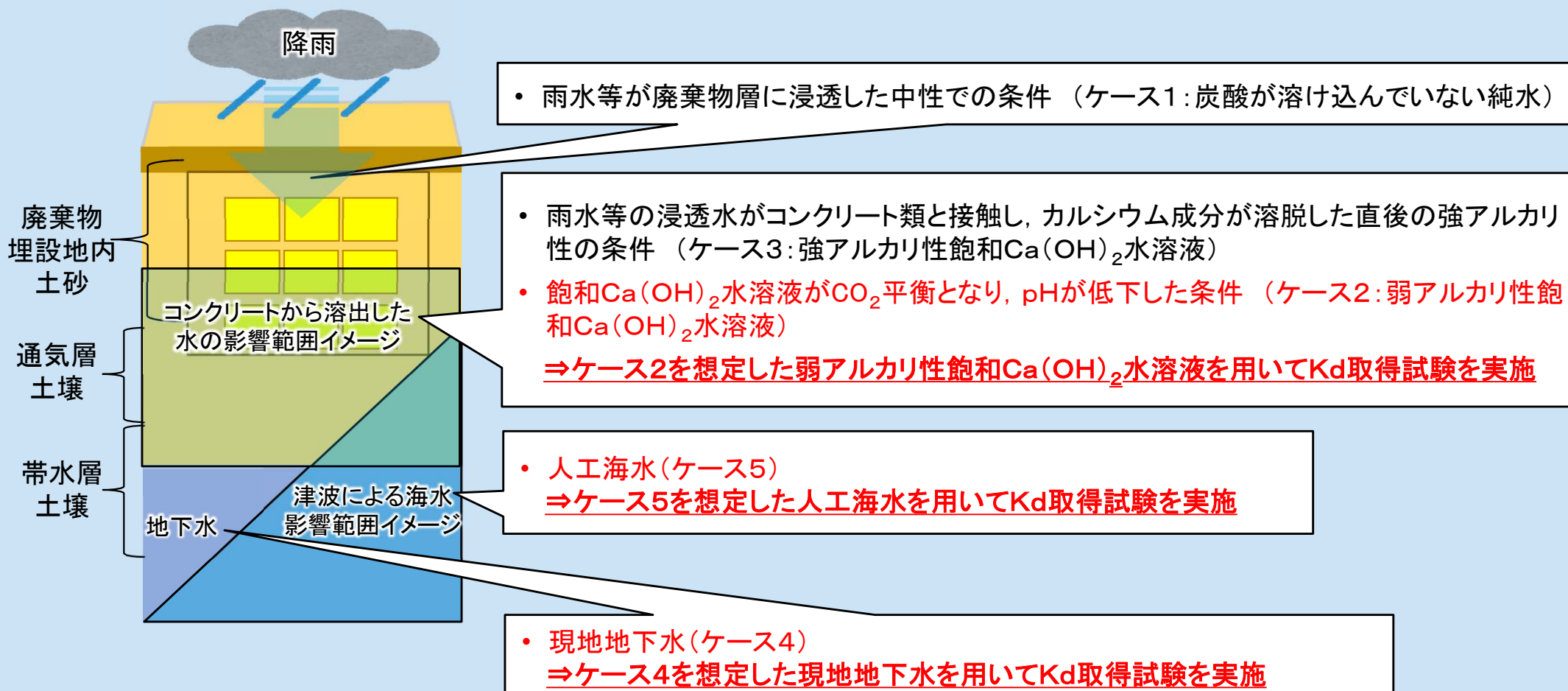
※¹:Kd取得試験にてCo及びEuとして添加する予定の化合物。

※²:沈殿が発生しない濃度から添加を開始し、数桁の範囲で段階的に添加濃度を上げ、添加濃度における飽和指数が0以上になる濃度を確認。
最初に化合物が沈殿した時点の添加濃度において、PHREEQCにて沈殿が生じるように設定して計算。

5. PHREEQC計算ケース(2/2)

PHREEQC計算ケースは、廃棄物埋設地の実環境を考慮して以下のとおり想定している。

廃棄物埋設地の実環境を考慮したPHREEQC計算ケース



6. PHREEQC計算結果(Co)

Co	条件概要	pH	検出限界(mol/L)	溶解度(mol/L)	溶解度制限固相	支配的化学種
ケース1	純水	7.0	2×10^{-11}	4×10^{-9}	$\text{Co}_3\text{O}_4(\text{s})^*$	Co^{2+}
ケース2	飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液	8.3	2×10^{-10}	2×10^{-12}	$\text{Co}_3\text{O}_4(\text{s})^*$	Co^{2+} , CoCO_3 , $\text{Co}(\text{OH})^+$
ケース3	飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液(高pH)	12.5	2×10^{-10}	2×10^{-14}	$\text{Co}_3\text{O}_4(\text{s})^*$	$\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_3^-$

【検出限界】

※(s) : solid phase(固相)

- ✓ ICP-MS Agilent8900のCoの検出限界は 1ng/L (約 $2 \times 10^{-11}\text{mol/L}$)程度。
- ✓ 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液では、共存するマトリクス成分の影響を除外するため、試験液を1/10以上希釈する。このため、試験液に対するCoの検出限界は 10ng/L (約 $2 \times 10^{-10}\text{mol/L}$)程度。

【溶解度・溶解度制限固相】

- ✓ PHREEQC計算において、沈殿が発生しない濃度から硝酸コバルト($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)の添加を開始し、数桁の範囲で段階的に添加濃度を上げ、添加濃度における飽和指数が0以上になる濃度を確認。その濃度を、沈殿が発生する濃度として「溶解度」に記載。また、その際に沈殿した化合物を「溶解度制限固相」として記載。

【使用データベース】

- ✓ 以下の理由で、sit.dat(ANDRA/RWM THERMOCHEMIE TDB Version 9b0)を用いる。
 - ANDRA(フランス原子力廃棄物管理機関)のために開発されたものであり、放射性廃棄物に関連する地球化学計算の分野では、主に高塩濃度条件を対象に、一般的に用いられる。
 - 溶液中のイオン間相互作用を考慮するため、Specific Ion Interaction Theory(SIT)モデルを用いて活量補正を行った。SITモデルは、Debye-Hückel式に基づく長距離静電相互作用項と、特定イオン間の短距離相互作用(Specific Ion Interaction項)を考慮することで、イオン強度が比較的高い領域における活量係数を適切に評価できる。また、SITモデルは、低イオン強度(概ね 0.01mol/kg 以下)で、Debye-Hückelのモデルに漸近する。廃棄物埋設地の実環境を考慮したケース2においては、イオン強度が低いため、Debye-Hückelのモデルに漸近した計算となっているが、人工海水条件があることを踏まえて、評価全体の一貫性の観点でSITモデルを用いる。sit.datはSITモデルに基づくデータベースである。
 - 対象とするCo及びEuのデータが網羅されている。

【結果】

- 純水条件(ケース1)では、検出限界より高い濃度で沈殿。
- 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液を用いたケース2及びケース3では、検出限界未満で沈殿。
 - ⇒ 埋設環境にてpHが低下した現実的な条件であるケース2にて、検出限界より2桁下で沈殿していることから、ICP-MS Agilent8900の検出限界以上で沈殿が発生しない試験条件を設定するのは困難と思われる。

7. PHREEQC計算結果(Eu)(1/2)

Eu	条件概要	pH	検出限界(mol/L)	溶解度(mol/L)	溶解度制限固相	支配的化学種
ケース1	純水	6.8	7×10^{-12}	沈殿なし	沈殿なし	Eu^{3+} , $\text{Eu}(\text{OH})^{2+}$
ケース2	飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液	8.3	7×10^{-11}	2×10^{-10}	$\text{Eu}(\text{CO}_3)(\text{OH})(\text{cr})^{\ast}$	$\text{Eu}(\text{CO}_3)^+$, $\text{Eu}(\text{CO}_3)_2^-$
ケース3	飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液(高pH)	12.5	7×10^{-11}	2×10^{-11}	$\text{Eu}(\text{OH})_3(\text{cr})^{\ast}$	$\text{Eu}(\text{OH})_3$

※(cr): crystalline phase(結晶構造を持つ固相)

【検出限界】

- ✓ ICP-MS Agilent8900のEuの検出限界は 1 ng/L (約 $7 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$)程度。
- ✓ 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液では、共存するマトリクス成分の影響を除外するため、試験液を1/10以上希釈する。このため、試験液に対するEuの検出限界は 10 ng/L (約 $7 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$)程度。

【溶解度・溶解度制限固相】

- ✓ PHREEQC計算において、沈殿が発生しない濃度から硝酸ユーロピウム($\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$)の添加を開始し、数桁の範囲で段階的に添加濃度を上げ、添加濃度における飽和指数が0以上になる濃度を確認。その濃度を、沈殿が発生する濃度として「溶解度」に記載。また、その際に沈殿した化合物を「溶解度制限固相」として記載。

【使用データベース】

- ✓ sit.dat(ANDRA/RWM THERMOCHEMIE TDB Version 9b0)を用いる。

【結果】

- 純水条件(ケース1)では、沈殿は発生しない。
- 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液(ケース2)では、検出限界より高い濃度で沈殿。
- 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液(高pH)(ケース3)では、検出限界未満で沈殿。

7. PHREEQC計算結果(Eu) (2/2)

【添加濃度の検討】

本試験における固相への収着による液相の濃度低下を考慮して、添加濃度を評価する。

- 過去のKd取得試験における飽和Ca(OH)₂水溶液のEuのKd(1.5 m³/kg), 固液比(1:100), Kd算定式※を踏まえると、本試験において測定する液相の濃度は1/16倍程度に低下すると想定。
- 液相の濃度を検出するためには、「検出限界(7 × 10⁻¹¹ (mol/L))」の16倍である、1 × 10⁻⁹ (mol/L) 程度以上の添加濃度が必要。

⇒ ブランク試験においては、固相を投入しないため溶解度は検出限界以上となり、沈殿が発生しない試験条件を設定できる可能性がある(右図参照)。

⇒ 固相を用いた試験においては、濃度低下を考慮した添加濃度よりも溶解度が低く、沈殿が発生する可能性がある(右図参照)。

一方で、濃度低下を考慮した添加濃度とケース2の溶解度の差は僅かである。このため、pHの僅かな変化等に起因して、沈殿が発生しない条件が設定できる可能性がある。

※: Kd算定式
$$K_d = \frac{V}{M} \cdot \frac{(C_0 - C_i)}{C_i} \times 10^{-3}$$

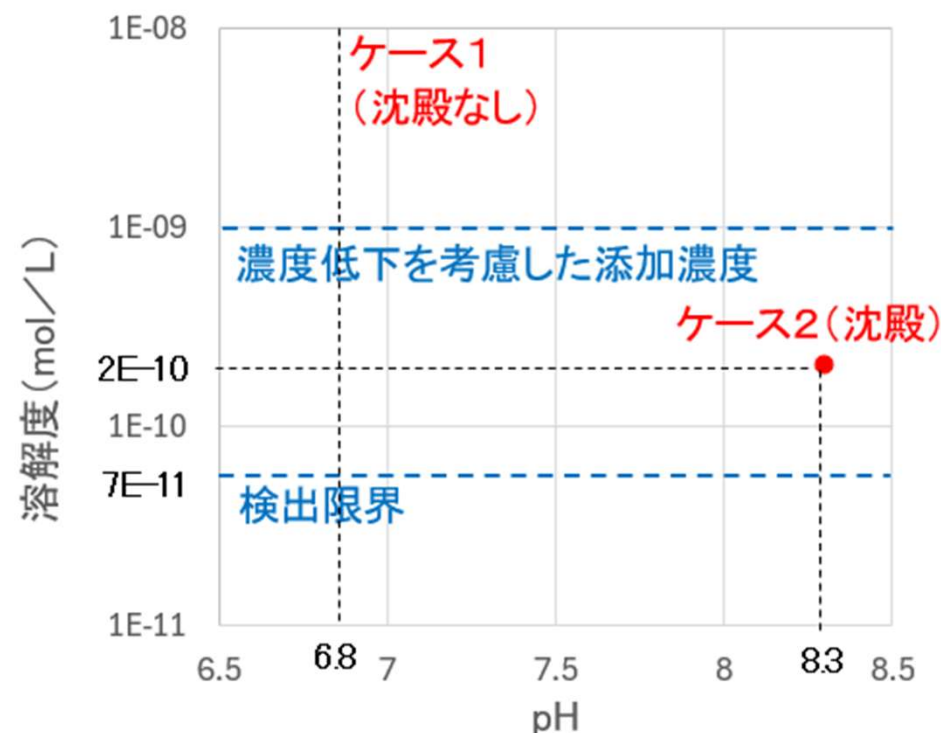
K_d: 分配係数(m³/kg)

V: 液相の体積(mL)

M: 固相の質量(乾燥質量)(g)

C₀: 反応開始時の液相中の放射性核種初期濃度(Bq/mL)

C_i: 反応終了時の液相中の放射性核種濃度(Bq/mL)



pHと溶解度のイメージ図

8. 対応方針まとめ

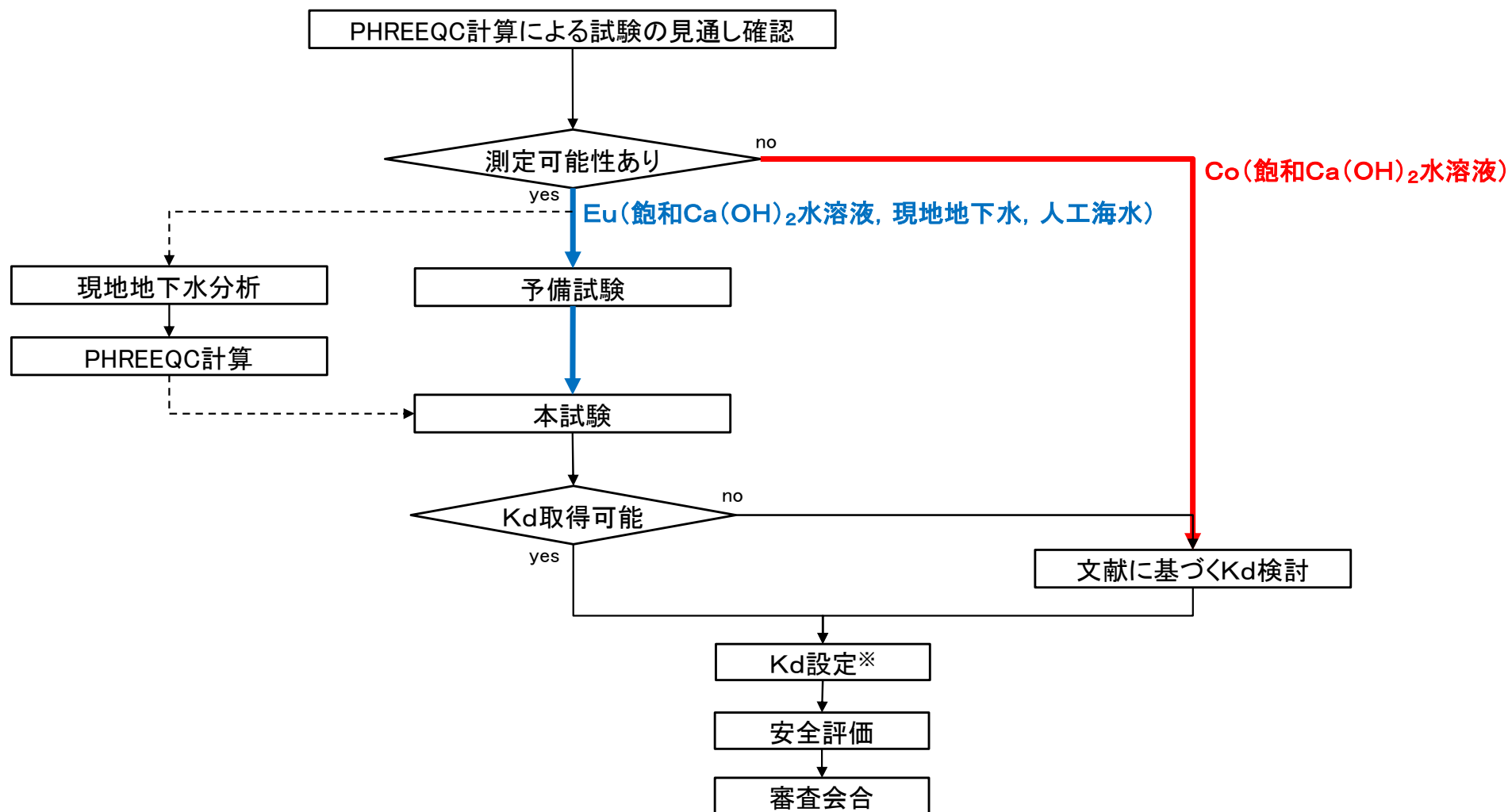
核種	Eu	条件概要	対応方針
Co	ケース2	飽和Ca(OH) ₂ 水溶液	ICP-MS Agilent8900の検出限界以上で沈殿が発生しない試験条件を設定するのは困難であるため、 文献に基づきKdを設定する。
Eu	ケース2	飽和Ca(OH) ₂ 水溶液	沈殿が発生しない条件が設定できる可能性があるため、 Kd取得試験を実施 する。 なお、Kd取得試験においては、可能な限りPHREEQC計算と同様の試験条件を設定するが、試験設備の都合等により、試験条件が変わる可能性がある。
	ケース4	現地地下水	ケース1(中性程度の条件)にて沈殿が発生しないことを踏まえれば、 1×10^{-9} (mol/L) 程度以上の添加濃度を確保し、沈殿が発生しない条件が設定できる可能性がある。 このため、沈殿濃度の確認(PHREEQC計算)及び Kd取得試験を実施 する。 なお、PHREEQC計算においては、別途実施する現地地下水分析※の結果を反映する。
	ケース5	人工海水	ケース1(中性程度の条件)にて沈殿が発生しないことを踏まえれば、 1×10^{-9} (mol/L) 程度以上の添加濃度を確保し、沈殿が発生しない条件が設定できる可能性がある。 このため、沈殿濃度の確認(PHREEQC計算)及び Kd取得試験を実施 する。

※: 現地地下水分析内容は下記のとおり。なお、測定時点の各測定装置のコンディションや現地地下水希釈率によって、変更になる可能性がある。

pH, 酸化還元電位, 電気伝導率, 懸濁物観察, Cl, F, SO₄, Br, NO₃, NO₂, PO₄, Na, Ca, Mg, K, Sr, B, Al, Si, Fe, Mn, IC(CO₃), TOC, NH₄, S, Fe(II), Co, Eu, Ba

注) Amについては、Euの結果を用いてKdを設定する。

9. 今後の対応フロー



注) Amについては, Euの結果を用いてKdを設定する。

※: 安全評価に先立ち, Kd設定に関する審査会合を予定

(参考資料) 1. イオン確認試験概要

ICP-MS Agilent8900を用いた非放射性(コールド)条件での収着分配係数取得試験の成立性を確認するため、Co及びEuのイオン単体が定量可能な濃度を認するイオン確認試験を実施

試験No.		1		2		
項目		溶出確認		沈殿／イオン割合確認		
内容		固相(du層)からのCo, Eu溶出量の確認		Ca(OH) ₂ 水溶液条件における添加Co, Euの沈殿／イオン割合の確認		
対象元素		⁵⁹ Co, ¹⁵³ Eu		⁵⁹ Co, ¹⁵³ Eu		
Co 添加濃度	(μg/L)	—		10	100	1000
	(mol/L)	—		1.7E-7	1.7E-6	1.7E-5
Eu 添加濃度	(μg/L)	—		10	100	1000
	(mol/L)	—		6.6E-8	6.6E-7	6.6E-6
固相		du層		—		
液相		純水	飽和Ca(OH) ₂ 水溶液	飽和Ca(OH) ₂ 水溶液		
液固比		10(50mL/5g)		—		
振とう方法		水平振とう		水平振とう		
振とう期間		12日間		3日間		
ろ過		0.45 μmフィルタ		0.45 μmフィルタ		
濃度測定		ICP-MS Agilent8900 (No Gasモード)		ICP-MS Agilent8900 (No Gasモード)		
n数		2	2	1	1	1



固相(du層砂)



振とう状況

ICP-MS Agilent8900

注)参考資料の数値情報は未確定なため、本試験の結果は参考値とし、別途評価又は試験を実施する。

(参考資料) 2. イオン確認試験結果

試験No.1 溶出確認

- ① Euは純水, 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液いずれもICP-MSで検出されず, 固相(du層)からのEuの溶出がないことを確認した。
- ② Coは純水, 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液いずれも, ICP-MSで検出されることを確認した。
- ③ 固相(du層)を共存させていない飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液からもICP-MSでCoが検出された。
- ④ 飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液でCoが検出された要因は以下が考えられる。
 - ・ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 試薬に含有する不純物Coのコンタミネーションの影響
 - ・ Caは4種類の安定同位体※¹が天然に存在しており, そのうち ^{43}Ca が ^{16}O と結合して CaO (質量数:59)を生成することで, ICP-MSの測定において ^{59}Co と干渉している影響※²

※¹: ^{40}Ca (97%), ^{42}Ca (0.65%), ^{43}Ca (0.14%), ^{44}Ca (2.1%)

※²: $^{44}\text{Ca}+^{16}\text{O}$ (質量数:60)についてもICP-MS測定で干渉していることを確認



ICP-MSの定量下限濃度及び飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液のバックグラウンドを超える条件(液相濃度: $> 10 \mu\text{g/L}$)において添加したCo, Euがイオンとして存在できれば, コールド条件でも分配係数取得試験を成立させることができる可能性も想定し, 試験No.2を実施した。

試験No.2 沈殿／イオン割合確認

- ① Coを添加した飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液の反応後のCoイオン濃度は, 試験No.1で確認したバックグラウンド相当まで低下してしまうことを確認した。
- ② Euを添加した飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液の反応後のEuイオン濃度は, ICP-MSの定量下限値未満まで低下してしまうことを確認した。



飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液の液相条件では, ICP-MSの定量下限濃度及び飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液のバックグラウンドを超える濃度でCo, Euを添加しても沈殿が生成して $0.45 \mu\text{m}$ フィルタのろ過で除去されてしまうため, 現状のICP-MSのコンディションではイオンのCo, Eu測定が困難。

注) 参考資料の数値情報は未確定なため, 本試験の結果は参考値とし, 別途評価又は試験を実施する。